

DHS 下水処理システムにおける窒素と大腸菌の挙動調査

高知高専 正 ○山崎慎一、学 谷脇衣里、学 西村映音
 国立環境研究所 竹村泰幸、青木仁孝、珠坪一晃
 三機工業 松枝 孝、大森聖史、 須崎市 大野 明

1. はじめに

我が国の下水道事業の経営課題として、施設の老朽化による改築更新需要の増加や人口減少に伴う使用料収入の減少が懸念されており、今後の持続的な事業運営にはこれらの課題を解決する新たな下水処理技術の研究開発と実用化の加速が求められている。これを受けて、東北大学等の産官学の共同研究体は下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）において、流入下水水量に応じてダウンサイジングが可能で維持管理コストを削減できる DHS（Down-flow Hanging Sponge）下水処理システムを高知県須崎市終末処理場内に建設し、2017年1月より実証運転を行っている¹⁾。この DHS 下水処理システムの今後のさらなる展開においては、有機物除去に加えて窒素や大腸菌などの性能調査を行っておく必要があり、須崎市終末処理場で稼働4年を経過した本システムにおいて窒素や大腸菌群の挙動調査を行った。

2. 須崎市終末処理場の DHS 下水処理システムの概要

須崎市終末処理場で1995年に運転開始した標準活性汚泥処理設備の日最大処理水量は1800 m³/日であったが、近年の流入水量の減少に応じて DHS 下水処理システムは500 m³/日とした。図1に DHS 下水処理システムのフローを示す。流入下水は最初沈殿池を経て DHS ろ床、生物膜ろ過施設で処理される。DHS ろ床は2 m^W×2 m^L×0.78 m^H×4段を1ユニットとし、2ユニットずつ5列の10ユニットで構成され、スポンジ槽容量は64 m³である。生物膜ろ過槽はろ過面積6 m²が2ユニットで構成されており、直径数 mm の無煙炭の担体が充填され、好気性処理とろ過の両方の機能を有している。

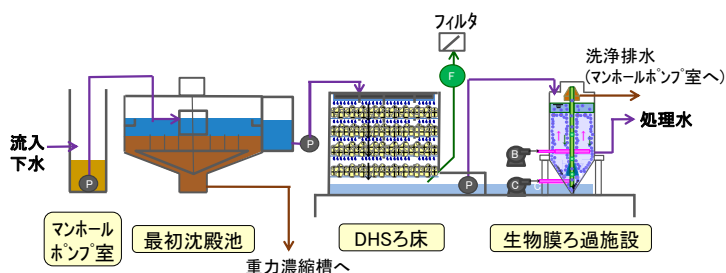


図1 須崎市終末処理場の DHS 下水処理システムのフロー

3. DHS 下水処理システムの運転状況と水質調査結果

本システムの性能調査における採水は、流入下水、初沈越流水、DHS 処理水、生物膜ろ過処理水、放流水を毎週水曜 10:00~12:00 とし、COD_{cr}、全窒素(T-N)、アンモニア性窒素(NH₄-N)、硝酸性窒素(NO₃-N)を吸光光度計（HACH 製 DR3900）で分析し、大腸菌・大腸菌群数はニッスイ製コンパクトドライ(EC)で測定した。

図2に放流量と初沈越流水、DHS 処理水、生物膜ろ過処理水の水温、pH、COD_{cr}、T-N、NH₄-N、NO₃-N、大腸菌群数の変化を示す。DHS 下水処理システムの性能調査は2021年5月~2022年1月の9ヵ月間行った。流入水量は全調査期間の平均で365 m³/日であり、DHS ろ床のHRTは平均4.2 hrで運転された。DHS 処理水の水温は5月の開始時は約21℃であったが、8月には最大で約28℃まで上昇し、1月には約17℃に低下した。DHS 処理水のpHは6.7~6.9でほとんど変化はみられなかった。DHS 処理水のCOD_{cr}は、初沈越流水が150~500 mg/Lに対して10月までは50 mg/L以下を維持していたが、11月以降の処理水温が20℃を下回ると生物活性の低下により少しずつ高くなる傾向が見られた。後段の生物膜ろ過処理水については、1月の処理水温が17℃においても30 mg/L程度を安定的に維持し、排水基準を十分に満足する水質を得た。

DHS 処理水のT-Nは11月以降でCOD_{cr}と同様にやや上昇する傾向がみられ、流入下水に含まれる有機性窒素のNH₄-Nへの変換も処理水温の影響を受けていることが推察される。DHS 処理水のNH₄-Nは初沈越流水が20~40 mg/Lに対して10~20 mg/Lとなり、NO₃-Nも5 mg/L程度であった。一方で、生物膜ろ過処理水はNH₄-Nが3~5 mg/L、NO₃-Nは15~20 mg/L程度であった。DHS ろ床では処理水温が高かった8月頃にお

いても硝化反応は十分に進行していないことが確認された。本システムの DHS ろ床内で硝化が促進されない原因として、HRT が比較的短いこともあるが、未分解有機物を含む汚泥の内生呼吸による酸素不足やそれに伴う $\text{NH}_4\text{-N}$ の生成が生じていることなどの可能性も考えられる。大腸菌群数については、初沈越流水が $1\sim 3\times 10^5$ CFU/mL に対して、DHS 処理水では $1\sim 10\times 10^3$ CFU/mL に減少し、生物膜ろ過処理水ではさらに 1 オーダー程度低くなる結果が得られた。処理水中の大腸菌群数は残存する有機物や窒素の濃度に関連すると思われる、引き続きこれらの関連性について検討する。

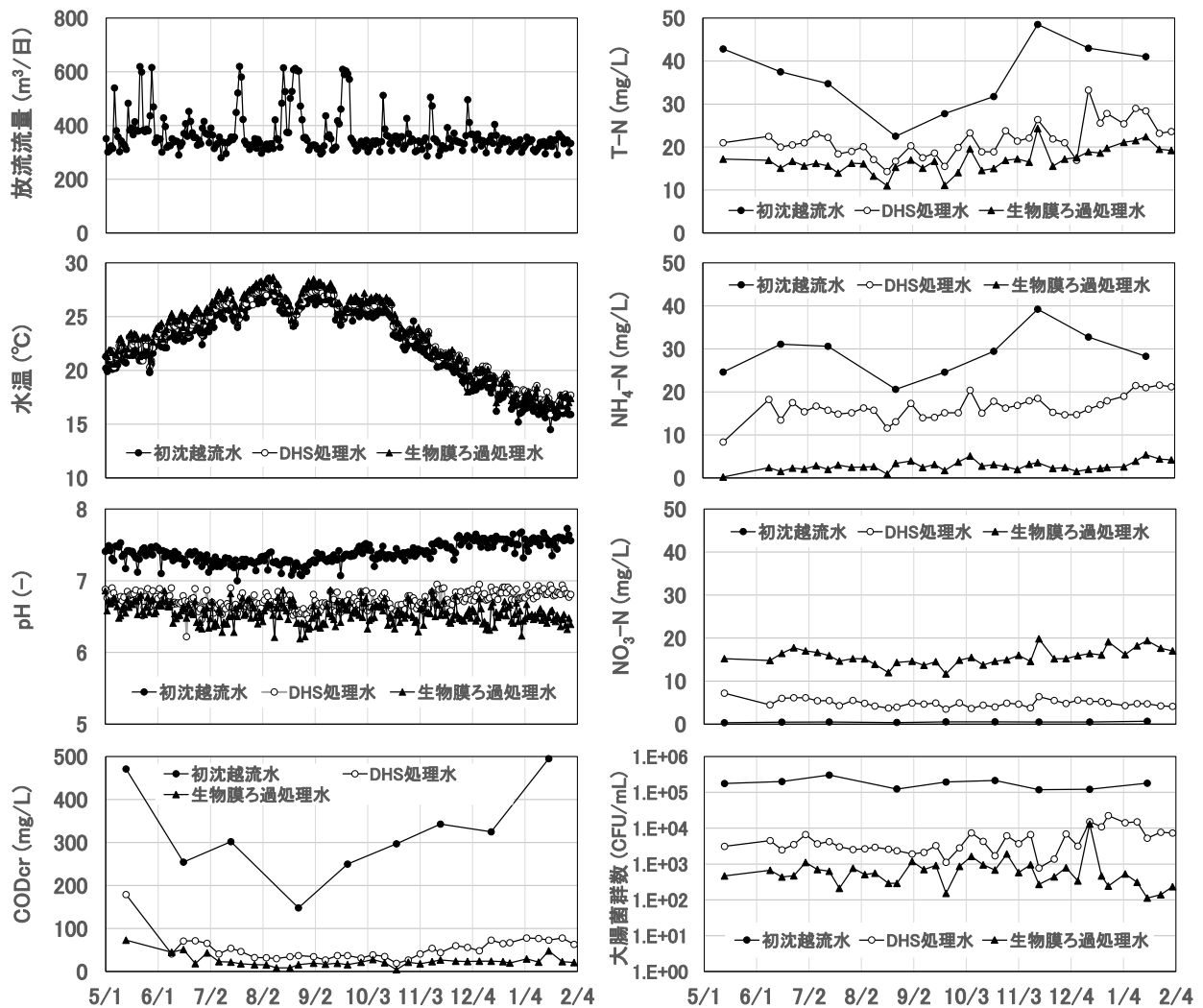


図2 放流量と初沈越流水，DHS 処理水，生物膜ろ過処理水の各種水質の変化

4. まとめ

須崎市終末処理場の DHS 下水処理システムにおいて 9 ヶ月間の窒素や大腸菌群の挙動調査を行った。その結果、DHS ろ床の HRT は平均 4.2 hr で運転され、DHS 処理水の COD_{cr} は 50 mg/L 以下を維持したが、処理水温が 20°C を下回るとやや高くなる傾向が見られた。DHS ろ床での $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去は、処理水温が高かった 8 月頃においても十分に進行していないことが確認された。また、大腸菌群数については、DHS 処理水で $1\sim 10\times 10^3$ CFU/mL の値が得られた。

謝辞 本研究は国立環境研究所の委託研究により実施され、また、国土交通省国土技術政策総合研究所の施設を使用して株式会社クリンパートナーズ須崎のご協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 山崎慎一ら，第 24 回土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集，VII-8，2018